

EFFECTO DEL REMOJO EN AGUA SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PAPAYA VAR. MARADOL

M. Salvador-Figueroa¹; M. de L. Adriano-Anaya; C. Becerra-Ortiz

Área de Biotecnología, Campus IV, Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera a Puerto Madero km 2.0. Tapachula Chiapas C. P. 30700. MÉXICO. Tel. y FAX: (962) 64279772. Correo-e: msalvad@hotmail.com (*Autor responsable).

RESUMEN

Se estudió el efecto que tiene el tiempo de remojo, en agua estéril, de las semillas de *Carica papaya* L. var. Maradol en la emergencia de plántulas. Se encontró que el inicio de la emergencia se redujo al incrementarse el tiempo de remojo de las semillas. Cuando las semillas tuvieron 96 o 120 h de remojo la emergencia de plántulas se observó después de 9 y 8 días, respectivamente [13 días de tiempo neto (tiempo de remojo + tiempo de emergencia de la primera plántula después de la siembra)] mientras que, para el tratamiento de 24 horas de remojo las primeras plántulas se observaron después de 17 días de la siembra (18 días de tiempo neto). Se observó que la velocidad de emergencia de las plántulas se incrementó 12 veces al pasar de 24 a 120 h de remojo. Así mismo, a los 18 días después de la siembra se alcanzó 98 % de emergencia en el tratamiento de pregerminación de 120 h. Se piensa que además del ablandamiento de la endotesta, el remojo diluyó los compuestos inhibidores de la germinación y rompió la latencia de los embriones.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Carica papaya* L., plántulas, emergencia, latencia.

EFFECT OF WATER SOAKING ON SEED GERMINATION OF PAPAYA VAR. MARADOL

ABSTRACT

It was studied the effect of soaking period, in sterile water, of seeds of *Carica papaya* var. Maradol on seedling emergence. It was found that the beginning of emergency decreased as soaking period increased. When seeds were soaked 96 or 120 g, seedling emergence was observed after 9 and 8 days, respectively [13 days of net time (soaking period + seeding to emergence of first seedling period)]; while, for the 24 h soaking treatment, the first seedlings were observed 17 days after seeding (18 days of net time). We observed that seedling emergence speed increased 12 times from 24 to 120 h of soaking. Likewise, 98 % of emergence was reached 18 days after seeding for the pre-germination treatment of 120 h. We thought that, aside from softening of the seed coats, soaking diluted phenolic compounds that inhibit germination and interrupted embryo dormancy.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Carica papaya* L., seedlings, emergence, dormancy

INTRODUCCIÓN

La papaya es una planta tropical nativa de América Central (Samson, 1980). Se cultiva en muchas regiones tropicales y subtropicales y es considerada como una de las fuentes más importantes de vitaminas A y C; así como de la enzima papaína que tiene importancia industrial (Soler, 1996). Es una planta perenne de crecimiento rápido y vida comercial corta (Mandujano, 1993)

En 1998 la producción mundial de papaya fue cercana a cinco millones de toneladas en un área aproximada de 261,000 ha (Bhattacharya y Khuspe, 2001) México es el segundo productor de papaya en el mundo y se estima

que su consumo *per capita* es de 3 kg·año⁻¹ (Mandujano, 1993; Martínez y Valdéz, 1995; Soler, 1996). La papaya en el sureste de México representa el 40 % de la cosecha de los frutos tropicales, produciéndose más de 150,000 toneladas anualmente (Mandujano, 1993; Martínez y Valdez, 1995; Tiscornia, 1993; Soler, 1996).

En nuestro país se cultivan diversas variedades de papaya: hawaianas, de Florida, tipos silvestres mexicanos, y desde 1980 la variedad cubana 'Maradol'. Por las características de la planta (porte bajo y rendimiento aceptable) y del fruto (tamaño mediano, con peso entre 1.5 a 2.5 kg, de pulpa rojiza muy consistente y sabor dulce) el cultivo de la variedad

Maradol ha desplazado en Chiapas y Veracruz a las otras variedades, siendo éstos mismos estados los que la exportan a E.E.U.U. y Europa (Mandujano, 1993; Martínez y Valdéz, 1995).

Por la relativa sencillez de manejo y bajo costo, las distintas variedades de papaya, incluyendo la 'Maradol', se propagan a través de semilla (sin considerar la heterogeneidad, resultado de la polinización cruzada). Las semillas adquiridas comercialmente o de frutos seleccionados, se siembran en macetas de barro, latas vacías, cajas de bambú, bolsas de polietileno o en cajas semillero (Hernández, 1995).

Es una práctica generalizada el que previo a la siembra los agricultores eliminan las semillas vanas mediante flotación y mantengan las semillas "pesadas" o buenas en agua por periodos variables de tiempo. Posteriormente se colocan de dos a tres semillas por contenedor y, con el fin de mantener por un mayor tiempo la humedad del suelo, son tapadas con una capa de zacate picado. La emergencia de las plántulas ocurre entre los 20 y 40 días después de la siembra, con un porcentaje de germinación entre el 60 y 80.

En la literatura (Mandujano, 1993, Hernández, 1995) se señala que las semillas de papaya deben ser previamente remojadas en agua (12 o 24 horas) antes de su siembra, con la finalidad de que se embeban de agua, se ablande la endotesta, se rompa la latencia de las semillas e inicie el proceso de germinación. Mandujano (1993) señaló que con este método la emergencia de las plántulas de papaya dio inicio entre los 20 y 30 días después de la siembra.

El efecto de los tratamientos de pregerminación se ha estudiado en diversos cultivos (Tseng, 1991; Shankarraja y Sulikeri, 1993; Kyauk *et al.*, 1995). Paz y Vázquez-Yanes (1998) estudiaron el efecto de la luz, temperatura, agitación en agua por 24 horas y la presencia de ácido giberélico (AG_3) en la germinación de semillas de papaya de 15 variedades "criollas" y 15 plantas silvestres del sureste mexicano. Encontraron que el remojo en agua incrementó la velocidad y porcentaje de germinación de las variedades cultivadas, mientras que la presencia de AG_3 incrementó ambas variables en los dos tipos de semillas. Por su parte Bhattacharya y Khuspe (2001) investigaron el efecto de diversos tratamientos de las semillas en el inicio y porcentaje de germinación de 10 variedades de papaya: agitación en agua por 24 y 48 horas, agitación en 100 o 200 mg·litro⁻¹ de AG_3 o ácido naftalenacético (ANA) o en KNO_3 (0.1 %) por 24 horas y escarificación en HCl 0.1 N por 1 y 2 min, HNO_3 0.1 N por 2 y 5 min o H_2SO_4 concentrado por 30 y 60 s. Observaron que el inicio de la germinación de la planta (presencia de la protuberancia radical) en semillas sin tratamiento iniciaba después de 17 a 21 días y a los 40 días obtuvieron entre 3 y 49 % de germinación, dependiendo de la variedad. De los tratamientos investigados encontraron un incremento en la germinación únicamente en aquellas semillas que fueron remojadas en AG_3 y en HNO_3 por 2 min. Con excepción de este último tratamiento, todas las semillas sometidas a

escarificación tuvieron menor porcentaje de germinación y los tratamientos restantes no modificaron esta variable.

Por tanto, dada la diversidad de posibles tratamientos a la que se pueden someter las semillas de papaya y por el bajo costo que representa el empleo de agua, el presente estudio fue realizado para determinar la importancia que tiene el remojo en la germinación de semillas de *Carica papaya* L. var. Maradol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

Se utilizaron semillas de frutos frescos maduros de *Carica papaya* var. Maradol colectados en la región del Soconusco, Chiapas (14° 55' de latitud norte y 92° 16' longitud oeste). Después de la recolección las semillas fueron lavadas con agua corriente para eliminar los restos de pulpa. Una vez limpias y libres de residuos, el desprendimiento de la sarcotesta (capa mucilaginoso que recubre la endotesta) se realizó manualmente. Se efectuaron varios lavados con agua corriente hasta dejar las semillas limpias. Inmediatamente después las semillas fueron depositadas en papel y se secaron a la sombra a temperatura ambiente.

Selección, desinfección y condiciones de cultivo de las semillas viables

La selección de las semillas viables se realizó acorde con el procedimiento reportado por Mandujano (1993). Después de seleccionadas fueron sometidas a un proceso de desinfección con hipoclorito de sodio al 5 % por 5 min. Posteriormente fueron sometidas a diferentes tiempos de remojo, 24, 48, 72, 96 y 120 h, en agua estéril a 32 °C y 150 rpm de agitación rotatoria constante (Environ Saker, Lab-Line USA). Se emplearon lotes de 100 semillas por tratamiento y cada tratamiento tuvo seis repeticiones; utilizando un diseño completamente al azar. Las semillas fueron sembradas en charolas con arena de río estéril (121 °C por 240 min) y tamaño de partícula entre 14 y 20 mallas, a una profundidad de 3 cm, teniendo cuidado en la dirección del polo germinativo, en una campana de flujo laminar. Posteriormente las charolas fueron trasladadas a una cámara de cultivo, donde se mantuvieron a 28 °C, 80 % de humedad relativa y oscuridad. Las charolas fueron inspeccionadas diariamente durante 20 días, cuantificando el número de plántulas emergidas.

Análisis de resultados

Con los datos del tiempo de emergencia de las primeras plántulas y el tiempo de remojo de las semillas se realizó una correlación. El incremento diario en el número de plántulas observadas se empleó para calcular la velocidad de emergencia. La productividad de los tratamientos se calculó dividiendo el número máximo de

plantas emergidas entre el correspondiente tiempo. El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza y por comparación de medias de Tukey con un nivel de probabilidad de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de la siembra las primeras plántulas se empezaron a observar entre los ocho y nueve días. Estas plántulas correspondieron a los tratamientos de 120 y 96 h de remojo en agua estéril, respectivamente. La emergencia de las plántulas de los tratamientos de 72, 48 y 24 h de remojo se observó después de 13, 15 y 17 días, respectivamente. Después de 20 días de sembradas las semillas se encontraron porcentajes de germinación de 12, 32, 62, 92 y 99 % para los tratamientos de 24, 48, 72, 96 y 120 horas, respectivamente. Los tratamientos de 96 y 120 horas alcanzaron el máximo de emergencia a los 18 días después de la siembra (Figura 1). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamiento de 96 y 120 horas, pero sí con los tratamientos restantes (Cuadro 1).

Los resultados muestran que el incremento en el tiempo de remojo favorece tanto el inicio como el porcentaje total de emergencia de plántulas. Bhattacharya y Khuspe (2001), trabajando con semillas de 10 diferentes variedades de *Carica papaya* (sin incluir a la variedad Maradol), observaron un efecto positivo en el porcentaje de germinación al remojar las semillas por 24 o 48 h; sin embargo, no hicieron ningún comentario con respecto a si observaron algún efecto en el tiempo de aparición de la radícula. Por otro lado, encontraron que la germinación de las plántulas (cuantificada como presencia de la radícula) iniciaba después de 16 a 20 días de la siembra y a los 40 días el porcentaje de semillas germinadas estuvo en el intervalo de 3 a 71 %, dependiendo de la variedad.

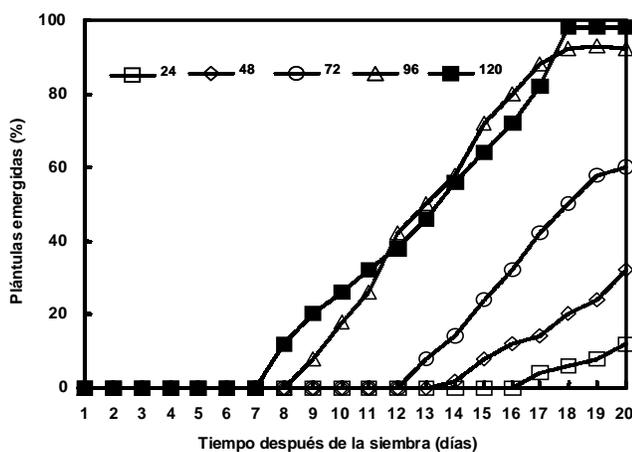


FIGURA 1. Emergencia de plantas de *Carica papaya* var. Maradol previo remojo de las semillas en agua estéril a 32 °C por diferentes tiempos. Cada punto representa la media de seis observaciones.

CUADRO 1. Promedio de la emergencia de plántulas de *Carica papaya* var. Maradol, 20 días después de la siembra, previo remojo de las semillas por diferentes tiempos.

Tiempo de Remojo (h)	Plántulas Emergidas %
24	12.3 ± 2.06 d
48	31.7 ± 2.33 c
72	60.3 ± 3.01 b
96	92.3 ± 3.96 a
120	97.8 ± 2.04 a

²Valores con la misma letra no difieren de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

Horas de remojo

Aunque se han reportado diversos tratamientos pregerminativos para las semillas de *Carica papaya* por ejemplo el uso de AG_3 (Tseng, 1991; Paz y Vázquez-Yanez, 1998; Sarita y Domingos, 1999; Bhattacharya y Khuspe, 2000) y la escarificación con HNO_3 0.1 N (Bhattacharya y Khuspe, 2000) entre otros, el remojo en agua sigue siendo el procedimiento seguido por los agricultores.

Al relacionar el tiempo de emergencia de las plántulas con el tiempo de remojo (Figura 2) se encontró una correlación lineal ($y = -2.3x + 19.1$; $R^2 = 0.9653$) entre las dos variables. Se observó que conforme el tiempo de remojo se incrementó se redujo el tiempo de emergencia de las plántulas. Se pudiera pensar que este resultado fue artificial ya que en la Figura 1 en el tiempo de emergencia no se está considerando el tiempo empleado en el remojo de las semillas. Sin embargo, si se realiza la suma de ambos tiempos se tendrá un "tiempo de emergencia real" (tiempo neto) de 13, 13, 16, 17 y 18 días para los tratamientos de 120, 96, 72, 48 y 24 h de remojo, respectivamente. Aunque el tiempo de emergencia real no

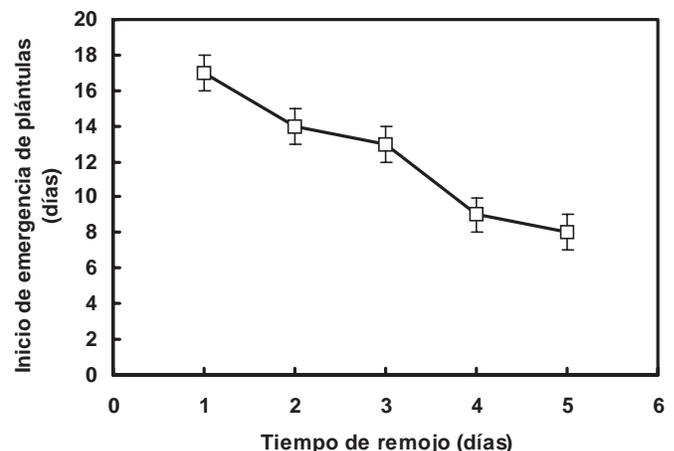


FIGURA 2. Inicio de emergencia de plántulas de *Carica papaya* L. var. Maradol por efecto del remojo en agua. Cada punto es el promedio de seis repeticiones ± desviación estándar.

es una variable común, los resultados muestran que hay una diferencia de cinco días entre el tratamiento de 24 h (testigo) y los tratamientos de 96 y 120 h de remojo. Por lo anterior, es probable que la reducción en el tiempo de emergencia de las plántulas pudiera ser el resultado directo del nivel de rehidratación de la endostea (Wood *et al.*, 2000) o el resultado de la dilución de los residuos fenólicos que inhiben la germinación (Chow y Lin, 1991) o un incremento en la actividad bioquímica responsable de romper el letargo del embrión (Wood *et al.*, 2000).

Además de lo anterior, se encontró que la velocidad de emergencia de las plántulas se incrementó conforme el tiempo de remojo de las semillas (Figura 3), lo que apoya la hipótesis de que los embriones se encuentran bioquímicamente más activos. Estos resultados son similares a los reportados por Nagao y Furutani (1986) y Sen y Gunthi (1977), quienes emplearon ácido giberélico para acelerar la germinación.

Finalmente, se encontró que al incrementar el tiempo de remojo de las semillas se tuvo como resultado un incremento en la productividad de plántulas, obteniéndose valores promedio de 4.37, 4.18, 2.61, 1.45 y 0.57 plantas·día⁻¹ para los tratamientos de 120, 96, 72, 48 y 24 h de remojo, respectivamente; lo que representó un incremento cercano a ocho veces respecto al tratamiento de 24 h de remojo.

CONCLUSIONES

El incremento en el tiempo de remojo redujo el tiempo de emergencia de las plantas. El aumento en el tiempo de remojo incrementó el porcentaje de germinación final de las semillas. Los mejores tratamientos fueron los de 96 y 120 horas de remojo.

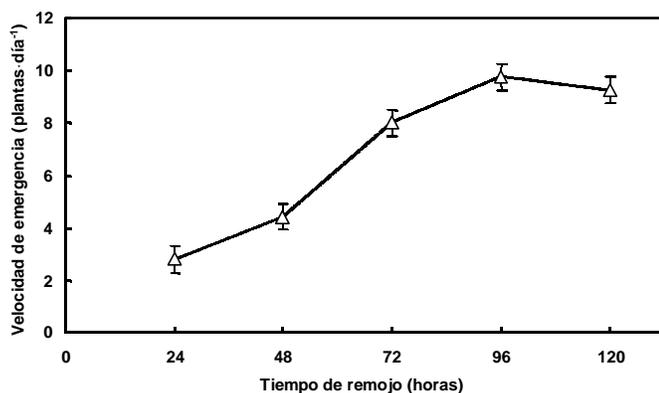


FIGURA 3. Velocidad de emergencia de plantas de *Carica papaya* L. var. Maradol. Cada punto representa el promedio de seis repeticiones \pm desviación estándar.

AGRADECIMIENTOS

Al Sistema de Investigación Regional "Benito Juárez" por el apoyo recibido a través del proyecto 97SIBEJ-06-007

LITERATURA CITADA

- BHATTACHARYA, J.; KHUSPE, S. S. 2001. *In vitro* and *in vivo* germination of papaya (*Carica papaya* L.) seeds. *Scientia Horticulturae*. 91: 39-49.
- CHOW, Y. J.; LIN, CH. 1991. p-Hidroxybenzoic acid as the major phenolic germination inhibitor of papaya seed. *Seed Science and Technology*. 19: 167-174.
- HERNÁNDEZ, G. J. 1995. Producción de plantas de papaya en el vivero del Centro de Desarrollo Frutícola de Tomatlán, Jalisco. Gobierno del Estado de Jalisco. Reunión Técnica Sobre el Cultivo del Papayo Maradol en la Costa. Secretaría de Desarrollo Rural. Dirección de Fomento Agropecuario y Frutícola. Dirección de Fruticultura. 31 de agosto a 2 de septiembre. Guadalajara, Jalisco. pp. 21-25.
- KYAUK, H.; HOPPER, N. W.; BRIGHAM, R. D. 1995. Effect of temperature and presoaking on germination, root length and shoot length of sesame (*Sesamun indicum* L.). *Environ. Exp. Bot.* 35: 345-351.
- MANDUJANO, R. A. 1993. El Papayo. Ed. AGROFRUT S. A. de C. V. México, D. F., México. 37 p.
- MARTÍNEZ, P. J.; VALDÉZ, C. E. 1995. Comercialización nacional y exportación del papayo var. Maradol rojo. Reunión Técnica sobre el Cultivo del Papayo Maradol en la Costa. Gobierno del Estado de Jalisco. Secretaría de Desarrollo Rural. Dirección de Fomento Agropecuario y Frutícola. Dirección de Fruticultura. 31 de agosto a 2 de septiembre. Guadalajara, Jalisco. pp. 27-32.
- NAGAO, M. A.; FURUTANI, S. C. 1986. Improving germination of papaya seed by density separation, potassium nitrate and gibberelic acid. *Hort Science* 21: 1439-1440.
- PAZ, L.; VÁZQUEZ-YANES, C. 1998. Comparative seed ecophysiology of wild and cultivated *Carica papaya* trees from a tropical rain forest region in México. *Tree Physiology* 18: 277-280.
- SAMSON, J. A. 1980. Tropical Fruits. Longman Group Limited. London, England. pp. 652-660.
- SARITA, L.; DOMINGOS, R. J. 1999. The effect of gibberellins, cytokinins and potassium nitrate on Rangpur lime (*Citrus limonia* Osbeck) seed germination. *Science Agriculture* 56: 11-115.
- SEN, S. K.; GUNTHI, P. 1977. Effect of presowing seed treatments on the germination and seedling growth in papaya. *Food Farming Agric.* 9: 144-146.
- SHANKARRAJA, N. S.; SULIKERI, G. S. 1993. Presowing treatments of seeds to improve germination in cardamom (*Elettaria cardamomum* L. Maton var. Minor Watt). *J. Plantation Crops* 21: 116-117.
- SOLER, R. 1996. Fruticultura. Ed. Albatros. Buenos Aires, Argentina. pp. 239-241.
- TISCORNIA, J. 1993. Cultivo de Plantas Frutales. Ed. Albatros. Buenos Aires, Argentina. pp. 237-251.
- TSENG, T. M. 1991. The effect of GA₃ concentration and time of treatment on the promotion of papaya seed germination. *Guoli Taiwan Daxue Nongxueyuan Yanjiu Baogao* 31: 30-39.
- WOOD, C. B.; PRITCHED, H. W.; AMRITPHALE, D. 2000. Desiccation-induced dormancy in papaya (*Carica papaya* L.) seeds is alleviate by heat shock. *Seed Science Research* 10: 135-145.